

Eye-hand coordination: cooperative and competitive systems?

Citation for published version (APA):

Bekkering, H. (1995). *Eye-hand coordination: cooperative and competitive systems?* [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Rijksuniversiteit Limburg. <https://doi.org/10.26481/dis.19950324hb>

Document status and date:

Published: 01/01/1995

DOI:

[10.26481/dis.19950324hb](https://doi.org/10.26481/dis.19950324hb)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Summary

In order to interact effectively in the everyday world, man depends heavily on close coupling between perceptual information and motoric action. In order to produce aimed hand movements to a visual target, for example, it is necessary to accurately map visual-spatial information about the target onto an appropriate set of commands to the muscles required to reach for, or point to, the object of interest. Although humans are very accurate in their goal-directed behaviour, the mechanisms underlying looking and pointing are quite complex and much remains to be learned about them. The focus of this thesis is on the relation between the mechanisms involved in manual and oculomotor control. More specifically, attention is directed to the temporal (*when*) and spatial (*where*) decisions involved in both eye and hand movements.

Chapter 1 provides an introduction into the theoretical systems underlying the temporal and spatial organization of eye and hand. Firstly, observations about the temporal organization of eye and hand responses were denoted. While the consensus of most of the literature is that the eyes start to move towards the target before the hand, there are some studies which challenge this position suggesting that the eye-first, hand-second temporal order might have little to do with the provision of foveal information to guide the hand to the desired end position. Other studies have investigated the latency correlation between eye and hand movements concluding, in general, that such correlations are relatively small. Dual-task studies in which subjects are required to make eye or hand movements, separately, or simultaneously, to a visual target have also figured prominently in the literature. With respect to interference effects, the results have generally been inconsistent.

Secondly, a number of potential sources of spatial information which would enable the generation of saccadic eye and aimed hand movements have been suggested. Amongst these figure retinal information about the target (e.g., information about the location and movement of the object in the environment, about limb position and about the status of the ongoing movement) together with extra-retinal eye position information and proprioceptive hand position information which have to be well-matched in an unitary visual map in order to generate accurate eye and hand movements.

Chapter 2 reports on experiments in which dual-task methodology is employed to investigate whether eye and hand motor systems operate independently or whether they share processes with regard to decisions about *when* to produce the required output. Results showed that eye latencies were longer in the situation in which the eye was accompanied by an aimed hand movement relative to the situation in which the eye was initiated alone to the presented target stimulus. The finding that saccadic eye movements and button-press responses in the dual-task condition could be initiated without delay relative to the single-task conditions, supported a specific eye-hand coordination bottleneck explanation.

Chapter 3 reports experiments into the nature of the interference effect. This was shown not to be related to a specific temporal bottleneck, i.e. sharing of limited available processes at a specific point in time but, it was suggested, that the mechanisms concerned with response-selection of movements constitute the source of the interference effect.

Chapter 4 reports on experiments in which is investigated whether the "gap effect" - shorter saccadic latencies in case of a temporal gap between fixation point offset and stimulus onset than if the fixation point remains visible - is also present for manual responses. A robust

gap effect was found for aimed hand movements, independent of whether the hand moved alone or was accompanied by a saccadic eye movement. Also a small gap effect for choice keypress response was found but no gap effect for simple responses. These findings suggested an interpretation of the gap effect in terms of facilitation of spatially oriented responses.

Chapter 5 presents experiments in which the presence or absence of a gap effect for aimed hand movements and simple keypress responses is related to response-preparation processes or response-execution processes. The finding of robust gap effects for eye and aimed hand movements independent of response-preparation mechanisms (i.e. target uncertainty) was consistent with an interpretation of the gap effect in terms of facilitation of response-execution processes associated with spatially oriented eye and hand movement responses.

Chapter 6 reports on experiments which investigated whether hand pointing is influenced by an adaptive modification of saccadic eye movements. Eye movements were shortened by an unconscious target displacement during the eye movement. The finding of shorter hand movements when the eye was adapted compared to when the eye was unadapted suggested such a transfer. This result was consistent with the interpretation that the eye and hand motor systems use a common signal to specify *where* to move.

Chapter 7 - the Epilogue - provides a synopsis of the experimental findings from this thesis in the context of the relevant literature. This led to the overall conclusion that new insights had been provided into fundamental perceptuo-motor mechanisms involved in coordinated eye and hand movements, which, ultimately, should lead to a comprehensive model in which all the processes that underlay spatially oriented behaviour can be understood.

Samenvatting

Effectieve interactie met de ons omringende wereld vraagt om een nauwe koppeling tussen perceptuele informatie en motorische actie. Voor het produceren van gerichte handbewegingen naar een visueel doel is het bijvoorbeeld noodzakelijk dat we accuraat de beschikbare visueel-ruimtelijke informatie over het doel omzetten in een set van geschikte commando's naar de spieren. Deze commando's zijn noodzakelijk om te reiken of te wijzen naar het object van aandacht. Hoewel mensen erg accuraat zijn in hun doelgerichte bewegingen, zijn de mechanismen die ten grondslag liggen aan kijken en wijzen erg complex en dient er nog veel over geleerd te worden. Dit proefschrift richt zich op de relatie tussen mechanismen betrokken bij manuele en oculaire motorcontrole. De aandacht is specifiek gericht op temporele (*wanneer*) en ruimtelijke (*waar*) beslissingen die betrokken zijn bij zowel oog- als handbewegingen.

Hoofdstuk 1 biedt een introductie in de theoretische systemen die ten grondslag liggen aan de temporele en ruimtelijke organisatie van oog en hand. In de eerste plaats werden observaties over de temporele organisatie van oog en hand beschreven. Hoewel de consensus in de literatuur is dat de ogen beginnen te bewegen naar het doel voor de hand, werden er enkele studies besproken die deze opvatting doen wankelen, daarbij suggereren dat de oog-eerst, hand-daarna temporele orde weinig te doen heeft met het verstrekken van foveale informatie, mogelijkerwijs nodig om de hand naar de gewenste eindpositie te leiden. Andere studies hebben de correlatie tussen latentietijden van oog- en handbewegingen onderzocht en geconcludeerd werd dat deze over het algemeen relatief laag is. Dubbeltaakstudies waarin proefpersonen gevraagd worden om oog of hand apart of gelijktijdig te bewegen naar een visueel doel zijn ook prominent vertegenwoordigd in de literatuur. Met betrekking tot een eventuele interferentie tussen het opstarten van beide systemen zijn de resultaten inconsistent.

In de tweede plaats werden een aantal potentiële bronnen van ruimtelijke informatie beschikbaar voor de generatie van saccadische oogbewegingen en doelgerichte handbewegingen besproken. Geconcludeerd werd dat retinale informatie over het doel - bijvoorbeeld informatie over de locatie en beweging van het doel in de omgeving, informatie over ledemaatpositie alsmede over de status van de huidige beweging - samen met extra-retinale oogpositie-informatie en proprioceptieve handpositie-informatie nauwkeurig afgestemd dient te worden in een enkele visuele map om accurate oog- en handbewegingen te genereren.

Hoofdstuk 2 doet verslag van experimenten in welke de dubbeltaakmethode is gebruikt om te onderzoeken of oog- en handsystemen onafhankelijk opereren of dat beide systemen processen delen met betrekking tot beslissingen over *wanneer* de bewegingen te produceren. Resultaten lieten zien dat latentietijden van het oog langer zijn in een conditie waarin het oog werd vergezeld door een handbeweging dan in een conditie waarin het oog alleen werd geïnitieerd naar het aangeboden doel. De bevinding dat saccadische oogbewegingen en druktoets-responsen in de dubbeltaakconditie geïnitieerd konden worden zonder vertraging relatief tot de enkeltaakconditie, ondersteunde de opvatting dat er sprake is van een specifieke "bottleneck" voor oog-hand coördinatie.

Hoofdstuk 3 doet verslag van experimenten naar de aard van dit interferentie-effect. Het effect bleek niet gerelateerd te zijn aan een specifiek, temporele "bottleneck", i.e., deling van

gelimiteerd aanwezige processen op een specifiek punt in de tijd. Gesuggereerd werd dat mechanismen betrokken bij de response-selectie van de bewegingen de bron van het interferentie-effect bevatten.

Hoofdstuk 4 onderzoekt of het "gap effect" - kortere saccadische latentietijden indien er sprake is van een temporele "gap" tussen het verdwijnen van het oorspronkelijke doel van fixatie en het verschijnen van het nieuw te fixeren doel - ook voor manuele responses opgaat. De bevindingen van een robuust "gap effect" voor doelgerichte handbewegingen onafhankelijk van het feit of de hand alleen bewoog of vergezeld werd door een saccadische oogbeweging, een kleiner "gap effect" voor keuze-toetsresponsen en geen "gap effect" voor simpele-toetsresponsen zijn consistent met een interpretatie van het "gap effect" in termen van facilitatie van ruimtelijk, oriënterende responsen.

Hoofdstuk 5 presenteert experimenten in welke de aan- of afwezigheid van het "gap effect" wordt gerelateerd aan respons-preparatie-processen of respons-executie-processen. De bevinding dat een vereenvoudiging van preparatieprocessen door het verstrekken van informatie over de positie van het doel van de oog- en handbeweging niet tot een vermindering van het "gap effect" leidt, suggereert dat het effect gelokaliseerd is in de uitvoeringsfase van oog- en handbewegingen en niet in de preparatiefase.

Hoofdstuk 6 doet verslag van een experiment welke onderzocht of wijzen met de hand wordt beïnvloed door een adaptieve verandering in saccadische oogbewegingen. Oogbewegingen werden ingekort door een onbewuste doelverandering gedurende de oogbeweging. De bevinding van kortere handbewegingen indien het oog geïmproviseerd was vergeleken met wanneer het oog ongeïmproviseerd was, geeft aan dat de oog- en handmotorsystemen informatie delen met betrekking tot beslissingen over *waar* naar toe te bewegen.

Hoofdstuk 7 - de Epiloog - biedt een synopsis van de experimentele bevindingen van dit proefschrift in de context van de relevante literatuur. Dit leidde tot de algemene conclusie dat nieuwe inzichten zijn verkregen in de fundamentele, perceptuele-motorische mechanismen betrokken bij coördinerende oog- en handbewegingen, welke uiteindelijk moeten leiden tot een coherent model waarin alle processen die ten grondslag liggen aan ruimtelijke georiënteerde gedragingen begrepen kunnen worden.